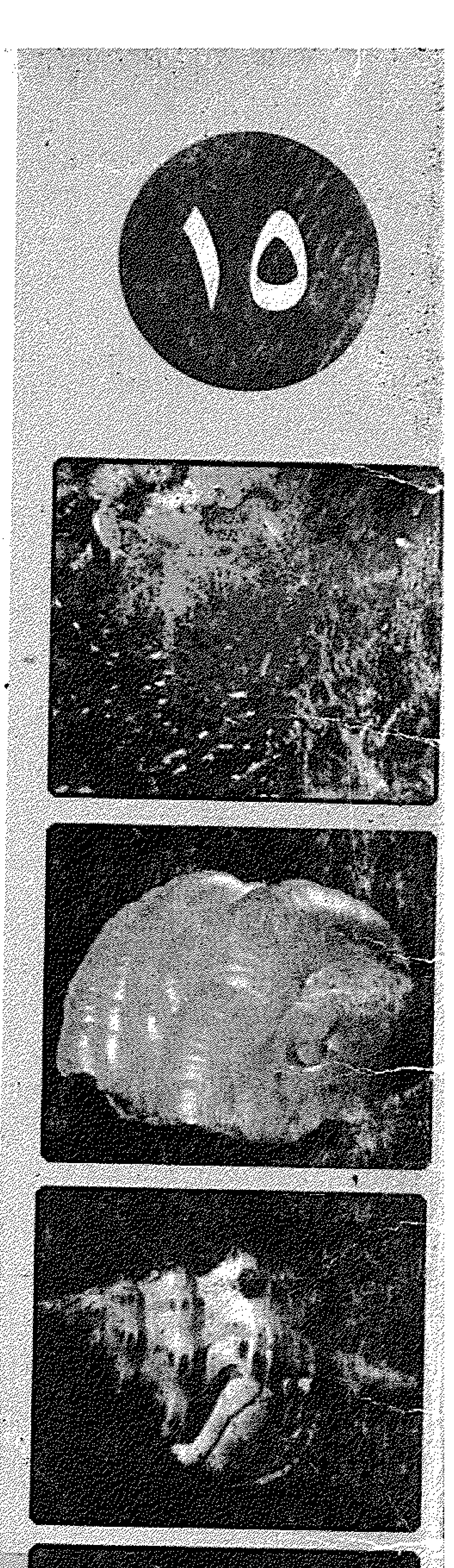
حكايات علمية

١٥



البحر الأحمر
بداية محيط جديد

دكتور علي علي السكري





دار المعارف



البحر الأحمر بداية محيط جديد

دكتور/ علي علي السكري

أستاذ علوم الأرض بهيئة الطاقة النووية



دار المعارف

تصميم الغلاف : **محمد أبو طالب**

الناشر : دار المعارف - ١١١٩ كورنيش النيل - القاهرة : ج . م . ع .

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ وَهُوَ الَّذِى سَخَّرَ البَحْرَ لِتَأْكُلُوا مِنهُ لَحْمًا طَرِيًّا وتَستَخرجُوا مِنـهُ حِلْيَـةً تَلبَسُونَهَا وتَـرىَ الفُلـكَ مَوَاخِرَ فَيهِ وَلِتَبتَغُوا مِن فَضْلِهِ ولَعَلَّكُم تَشكُرُونَ ﴾

صدق الله العظيم

[سورة النحل: آية ١٤]

كان وحيد تلميذا نابها بالمرحلة الإعدادية وكان شغوفا بالقراءة وحب الاستطلاع واستكشاف ما حوله وكان كثير الأسئلة يريد أن يشبع فضوله ويعرف الكثير عما حوله. كان والده الدكتور عصام يجلس معه بين الوقت والآخر ليجيب على أسئلته ويشبع فضوله وينمى معرفته بمختلف الأمور. فجأة سأل الدكتور عصام نجله وحيد:

الوالد: هل تعرف شيئا – من دراستك الجغرافية – عن البحر الأحمر؟

أجاب وحيد: نعم، أخذنا فكرة لا بأس بها عن البحر الأحمر وخليجيه اللذين يتفرعان منه شمالا.

سأل الوالد: هل تستطيع أن توجز ما تعرفه عن البحر الأحمر؟

أجاب وحيد: هذا البحر يوجد شرقى مصر ويمتد باتجاه الشمال الغربى ويتفرع منه شمالا خليجان هما خليج العقبة وخليج السويس ويحصران بينهما شبه جزيرة سيناء. يتميز البحر الأحمر بكثرة شعابه المرجانية حتى أن اسمه يشير إلى هذه الشعاب المرجانية الحمراء التى كثيرا ما تعوق الملاحة فى مياهه. كذلك يتميز هذا البحر بزرقة مائه الشديدة وأسماكه الملونة. وتقع على ساحله من الناحية الغربية ببلادنا عدة موانئ هامة مثل ميناء السويس والغردقة وسفاجا والقصير ومرسى علم وغيرها، وقد اشتهرت الغردقة على وجه الخصوص بأنها تحولت إلى مكان سياحى جميل.

الوالد: مكان سياحى جميل؟ كيف ذلك يا وحيد؟

وحيد: الغردقة مدينة سياحية يأتى إليها الأجانب باستمرار للتمتع بهوائها الطيب وهدوئها الملفت وصيد الأسماك الكبيرة والتنزه بالمراكب فى بحرها والتمتع برياضة الغوص فى أعماق مائها. ويوجد إلى الشمال منها منتجع سياحى حديث ألا وهو منتجع العين السخنة.

الوالد: هل عندك فكرة عن طول البحر الأحمر وأبعاده؟

وحيد: لا يا أبى.

واستطرد الوالد قائلا: اعلم يا وحيد أن طول هذا البحر حوالى ٢٣٢٠ كيلومتر ويبلغ عرضه حوالى ٢٠٠ كيلو متر فى المتوسط ويتراوح العرض بين ٢٠٠ - ٤٠٠ كيلو متر ويصل عمق مياهه إلى حوالى ١٥٠٠ متر. وهو يفصل بين جمهورية مصر العربية والمملكة العربية السعودية وبعبارة أصح يفصل بين قارة أفريقيا وشبه الجزيرة العربية بقارة آسيا. وكما ذكرت فهو يتفرق شمالا إلى خليج العقبة وخليج السويس اللذين يحصران بينهما شبه جزيرة سيناء، ويحتوى هذا البحر على عدد من الجزر الكبيرة والصغيرة. أما فى الجنوب عند مدخله من ناحية خليج عدن فهو يضيق تدريجيا ويأخذ شكل القمع ويكوِّن مضيق باب المندب أمام جمهورية اليمن، (شكل ١).

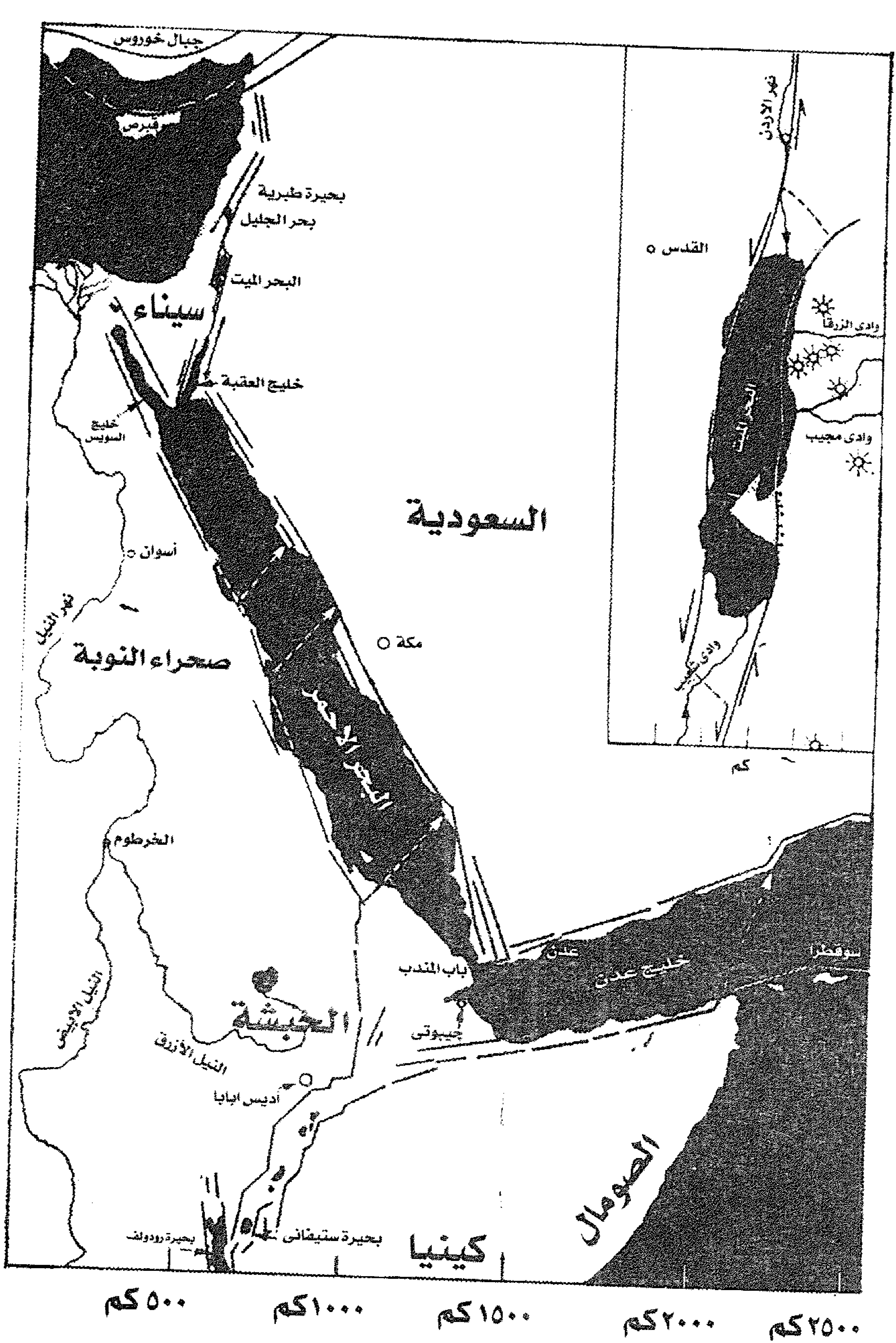
قال وحيد: شكرا يا والدى، هذه معلومات قيمة عن البحر الأحمر ولكنى أريد أن أعرف المزيد.

أجاب الوالد: هذا عظيم.. فى علم الجغرافيا نعرف شيئا عن شكل البحار وامتدادها وأبعادها وأعماقها واتجاه التيارات البحرية بها وغير ذلك مما يصف البحر، أما فى علم الجيولوجيا فإنهم يبحثون باستمرار عن أصل وكيفية تكوين البحار والقارات والجبال والهضاب والتلال. هل تريد أن تعرف شيئا عن كيفية تكوين البحر الأحمر؟

وحيد: نعم، أرجوك يا والدى العزيز.

الوالد: إذا فاستمع إلى قصة تكوين هذا البحر كما يرويها العلماء والباحثون المتخصصون.

قبل أن نتكلم على نظرية الألواح التكتونية أو الألواح التركيبية وانفتاح البحر الأحمر، لابد أن نستعرض فكرة عامة عن باطن الأرض والأحزمة الزلزالية ودور علم الجيوفيزياء فى الكشف والتعرف على باطن الأرض.



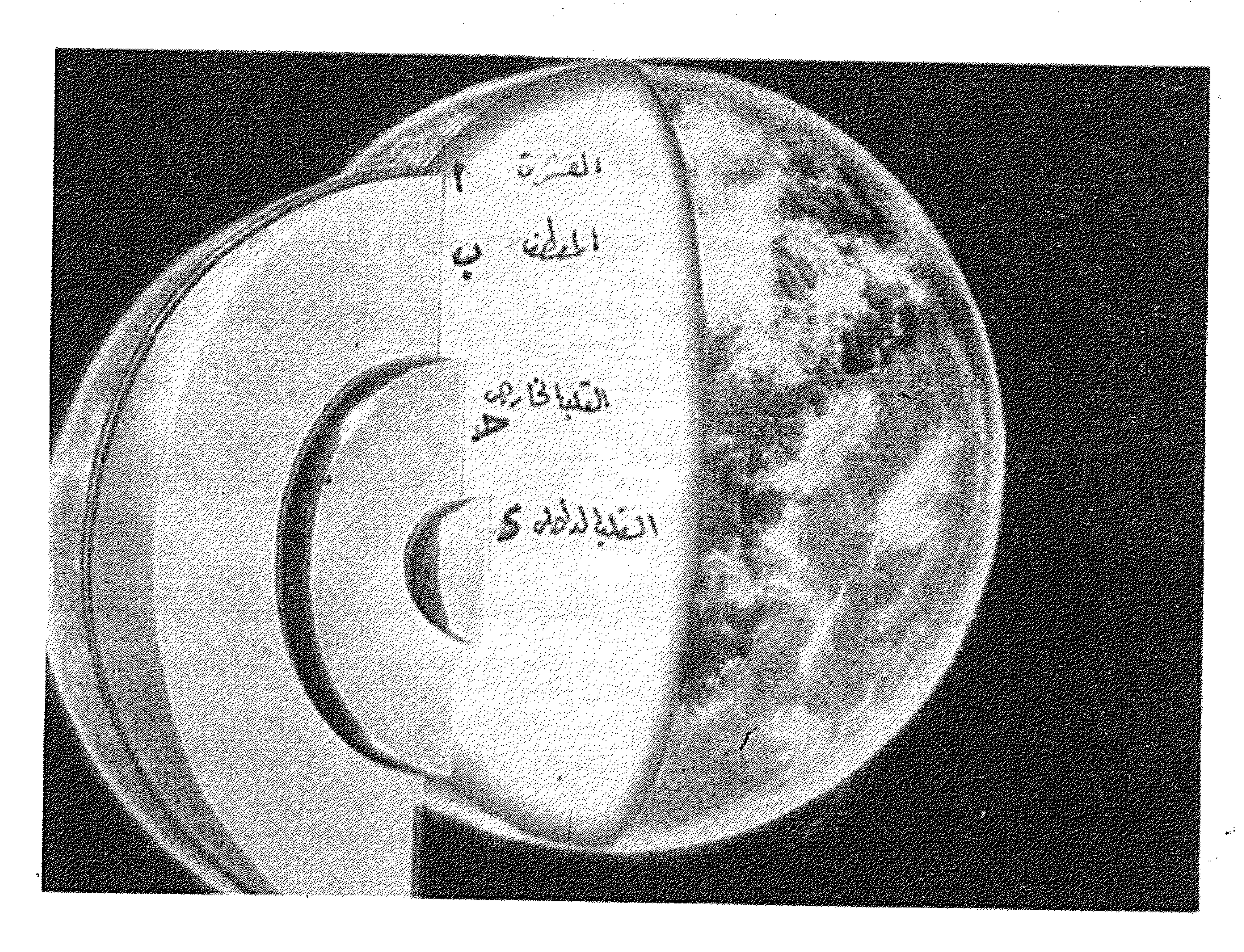
شكل (١): خريطة للبحر الأحمر ثبت أن الجزء المحورى لهذا البحــر يتزحزح (مع شبه الجزيـرة العربيـة) باتجاه شمال شرق بمعدل ١,٥ سنتيمتر لكل سنة وهو بهذه الحالة يشكل بداية محيط جديد.

الرسم المصغر أعلى يمين الشكل لأخدود البحر الميت ويوضح أن الجانب الشرقى منه قد تزحزح باتجاه الشـمال بالنسبة للجانب الغربى. عن كتاب مبادئ الجيولوجيا الطبيعية، هولز (١٩٦٥).

باطن الأرض

إذا تصورنا أننا ننظر إلى الكرة الأرضية من الداخل فسوف نرى أنـها تتكـون من عدة طبقات بعضها فوق بعض، (شكل ٢)، وأهم هذه الطبقات ثلاث مرتبـة من الخارج حتى المركز وهى : القشرة، الغلاف، واللب.

القشرة الأرضية: تُعرف القشرة الأرضية علميا بأنها ذلك الجـزء مـن الأرض الذى يقـع فوق «قطوع موهو»، علمـا بأن «قطوع موهـو» هـذا هـو الـذى يفصـل بين القشرة وما تحتها من صخـور بـاطن الأرض مثـل صخـور الغـلاف واللـب. وتنقسم القشرة إلى نطاقين: السفلى وهو مستمر ويسمى «سيما» والعلوى وهو طبقة



شكل (٢): باطن الأرض ويتكون من عدة طبقات بعضـها فـوق بعـض، أهمـها ثـلاث: الخارجيـة وهـى القشـرة الأرضية والوسطى وهى الغلاف الصخرى والداخلية وهى اللب الذى ينقسم بدوره إلى لب خارجى سائل ولب داخلى صلب يحتل مركز الأرض. يلاحظ أنه يرجع الفضل للموجات الزلزالية فـى التعـرف علـى اللـب الخـارجى السائل للأرض وتحديد قطره. يبدو أن لب الأرض يتكون من سبيكة من الحديد والنيكل.

متقطعة غير مستمرة وتسمى «سيال»، ويبدو أن صخور السيال محصورة أساسا في الكتل القارية. يبلغ سمك القشرة القارية حوالى ٣٥ كيلومتر وتركيبها جرانيتي وكثافة صخورها ٢,٧ ، أما القشرة المحيطية فيبلغ سمكها حوالى ستة كيلومترات وتتكون من صخر البازلت الأسود وكثافتها ٣,٠ . تتكون القشرة الأرضية من صخور رسوبية جيرية وطفلية ورملية غير متجانسة ومعها صخور جرانيتية تتدرج إلى أسفل إلى صخور قاعدية بازلتية وتحتوى القشرة العديد من الالتواءات والطيات والصدوع والفواصل والشقوق.

الغلاف: هو ذلك الجزء من باطن الأرض الذى يقع بين قطوعى «موهو» و «جوتنبرج» (علما بأن القطوع الأخير يفصل بين الغلاف واللب)، أى أنه ذلك الجزء من باطن الأرض الذى يمتد من عمق ٣٥ كيلومتر حتى ٢٩٠٠ كيلومتر، تتغير كثافة الصخور بهذه الطبقة من ٣,٣ حتى ٥,٧. يتركب الغلاف أساسا من معدن أوليفين (سليكات الماغنسيوم والحديد) وبالتالى أطلق عليه اسم كرة بيريدوتيت. افترض وجود معادن الكبريتيدات أو الكبريتورات بوفرة بالجزء العلوى من صخور الغلاف وبعض معادن الحديد - النيكل بالجزء السفلى. يعلو الغلاف طبقة لدنة تسمى «اثينو سفير» تتحرك عليها الألواح التكتونية.

اللب: هو الجزء المركزى من باطن الأرض ويبدأ من عمق حوالى ٢٩٠٠ كيلومتر حتى المركز. والظاهر أنه يتكون من سبيكة من الحديد والنيكل. وينقسم إلى لب خارجي سائل ولب داخلى صلب سمكه حوالى ١٣٠٠ كيلومتر. تتراوح كثافة صخور اللب بين ٩,٥ حتى ١٤,٥ وأكثر. تحدث بالنطاق السائل من اللب الذى يتكون من الحديد والنيكل تيارات كهربائية ينشأ عنها المجال المغناطيسى المعروف للكرة الأرضية.

ويلاحظ أنه يرجع الفضل للموجات الزلزالية فى التعرف على اللب الخارجى السائل للأرض وتحديد قطره.

الأحزمة الزلزالية بالعالم

مراكز الزلازل التى تحدث بالعالم توجد على هيئة أحزمة رئيسية منها:

الحزام الباسيفيكى: حول المحيط الهادى ويشمل اليابان وسواحل روسيا الشرقية وسواحل غرب الأمريكتين، وهذا الحزام هو أشد الأحزمة خطورة ولهذا يسميه العلماء «دائرة النار».

حزام الهيملايا: ويشمل شمال غرب الصين والهند وإيران والعراق.

حزام الألب: ويشمل دول جنوب أوروبا مثل تركيا واليونان ويوغسلافيا وإيطاليا ويمتد فرع منه ليشمل المغرب والجزائر وتونس.

حزام الأطلنطى: يمتد وسط المحيط الأطلسى مرتبطا بالمرتفعات البركانية أو التلال البازلتية النشطة.

الحزام الممتد من شرق أفريقيا: حيث القرن الأفريقى عبر أخدود البحر الأحمر ممتدا نحو الشمال إلى الأردن وتركيا.

وعلى هذا يمكن القول أن مصر تعتبر خارج نطاق الأحزمة الزلزالية وبالتالى فهى من المناطق الآمنة زلزاليا. لكن هذا لا يمنع من تعرضها من وقت لآخر لبعض الزلازل متوسطة القوة، وتبين الخريطة المرفقة الأحزمة العالمية للزلازل، (شكل ٣).

تحدث الزلازل نتيجة اجهادات فى طبقات الأرض سواء بالقشرة أو بالغلاف لواحد من الأسباب التالية:

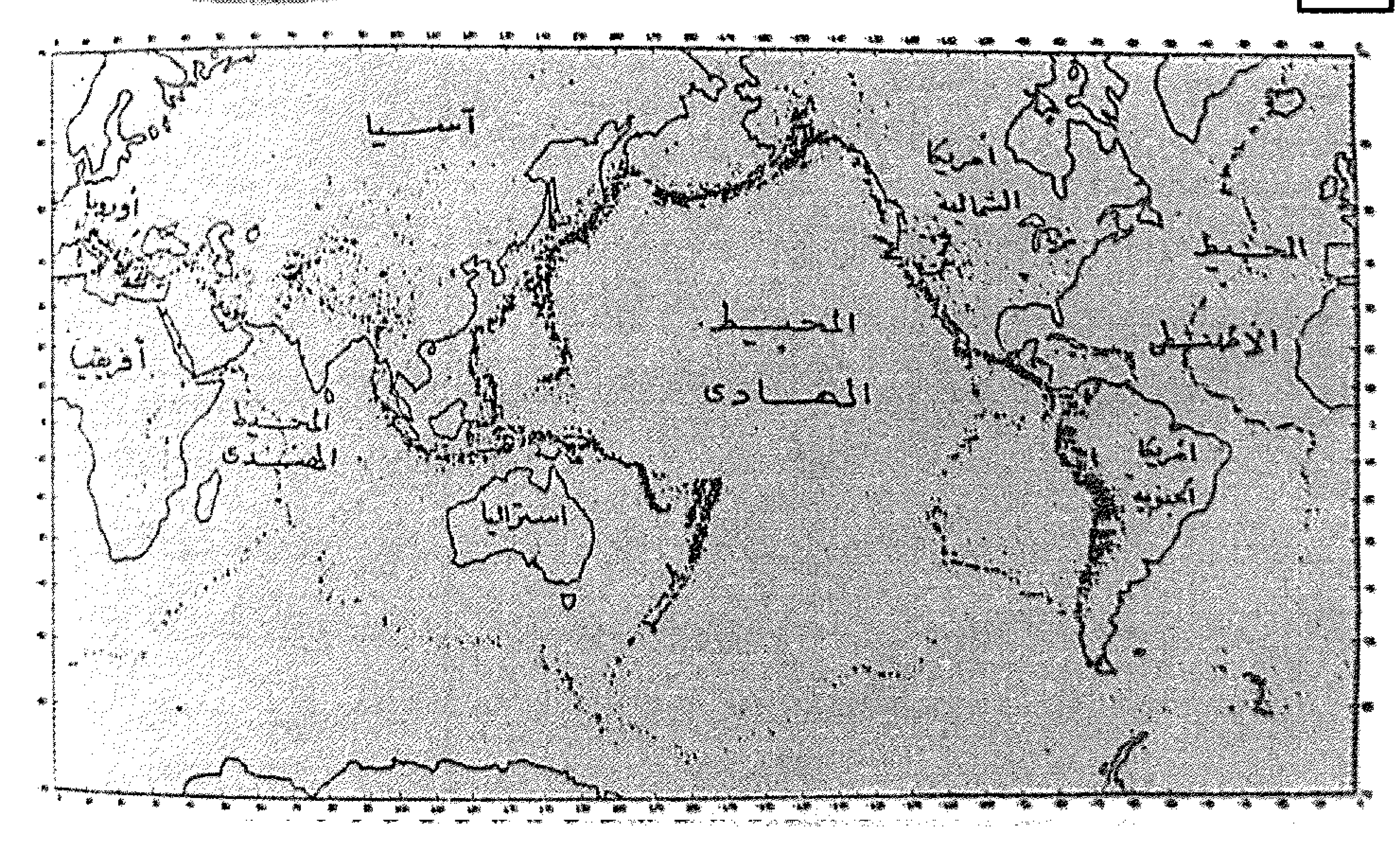
١ – حدوث صدوع نشيطة بالقشرة الأرضية.

٢ – عدم استقرار سلاسل الجبال وخلال عمليات اتزانها البطىء.

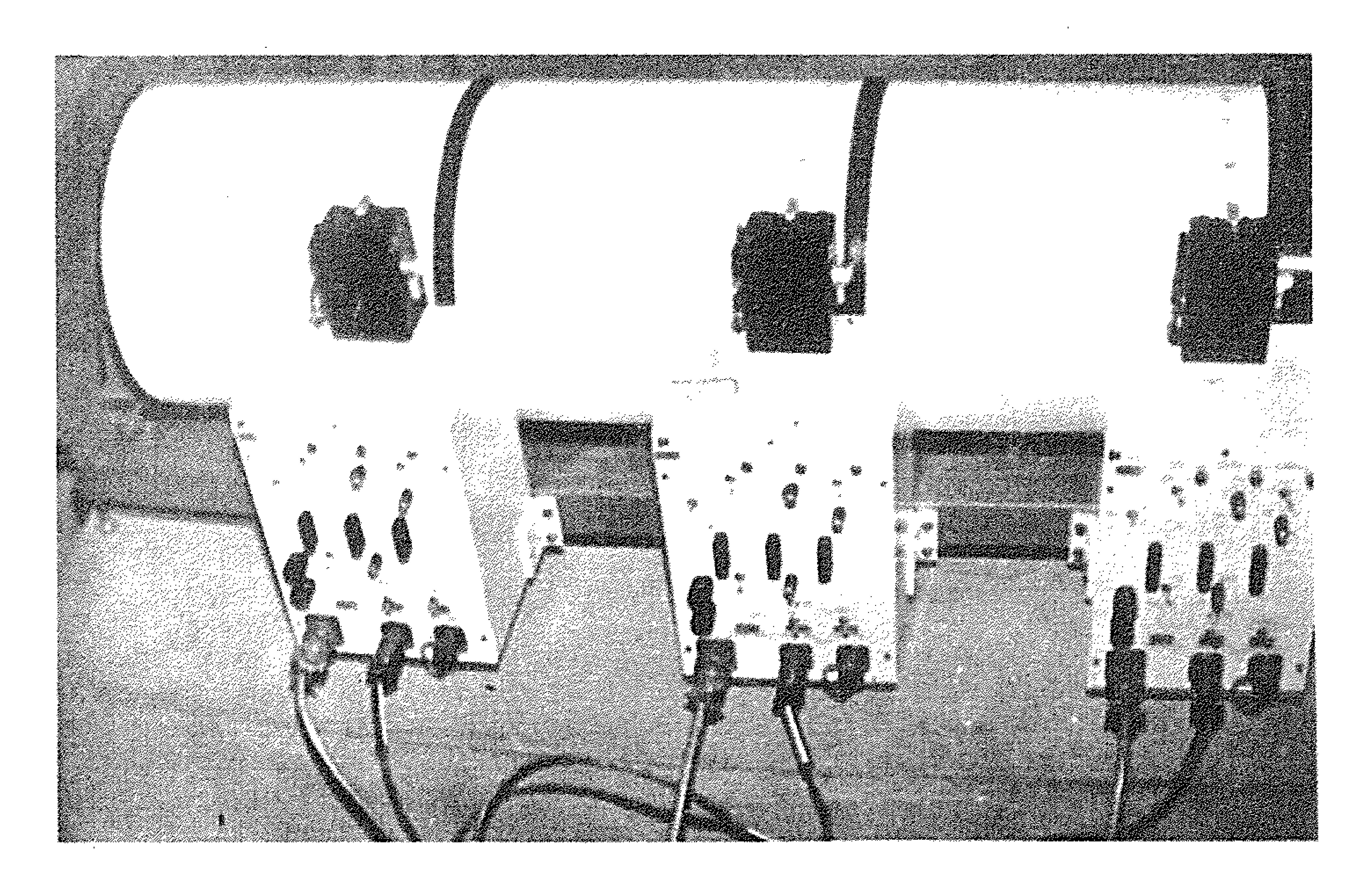
٣ – فوران البراكين الذى يحدث بين الوقت والآخر.

٤ – تحركات الألواح التكتونية، علما بأن الأحزمة الزلزالية تساعد فى تحديد حدود الألواح التكتونية وتحركاتها.

تقوم محطات تسجيل الزلازل بالعالم برصد الزلازل التى تحدث بأنحاء متفرقة من الأرض سواء منها ما يحدث بالكتل القارية أو بقيعان البحار والمحيطات. ويوجد عندنا بمصر محطة تسجيل الزلازل بحلوان، (شكل ٤).



شكل (٣): الأحزمة الزلزالية بالعالم. وتشمل خمسة أحزمة رئيسية: الحزام الباسيفيكى - حزام الهيملايا - حزام الألب - حزام الأطلنطى - حزام شرق أفريقيا. يلاحظ أن أرض مصر تعتبر خارج نطاق الأحزمة الزلزالية المذكورة وبالتالى فهى بصفة عامة من المناطق الآمنة زلزاليا.



شكل (٤): أجهزة تسجيل الزلازل. هذه الأجهزة توجد داخل محطات التسجيل الزلزالى، ويبلغ عدد هذه المحطات بالعالم حوالى ٥٠٠ محطة أغلبها باليابان وأوروبا والولايات المتحدة الأمريكية. وبالصورة بعض أجهزة تسجيل الزلازل بمحطة حلوان.

علم الجيوفيزياء وتطبيقاته

علم الجيوفيزياء التطبيقى هو ذلك الفرع من المعرفة الذى يختص بالاستكشاف الجيولوجى والتنقيبى للأرض وبالأخص باطن الأرض باستخدام الأجهزة وبتطبيق طرق الفيزياء والهندسة. وبعبارة أخرى هو العلم الذى يختص باستكشاف الأرض وباطنها وذلك بملاحظة الظواهر الزلزالية أو الكهربائية أو الظواهر المرتبطة بالمجال الجاذبى أو المغناطيسى للأرض أو التوزيعات الحرارية. ومن أهم فروع هذا العلم التى ساعدت فى وضع تصور واقعى لباطن الأرض هو علم الجيوفيزياء الزلزالى. فقد اكتشف العلماء من خلال الموجات الزلزالية أن لب الأرض الخارجى لا يمرر نوعا معينا من الموجات الزلزالية ألا وهى المعروفة باسم الموجات الثانوية أو المستعرضة (S-waves) وأن هذا الجزء الخارجى لابد أن يكون سائلا حيث أن هذه الموجات لا تمر بالسوائل.

نظرية الألواح التركيبية (التكتونية)

قام علماء الجيولوجيا (علم الأرض) بتقسيم القشرة الأرضية بما تحويه من قارات ومحيطات إلى عدة كتل صخرية كبيرة أطلقوا عليها اسم الألواح التكتونية أو الألواح التركيبية، ويبلغ عدد هذه الألواح سبعة رئيسية وستة ثانوية. هذه الكتل السميكة تشمل القشرة الأرضية بجانب جزء من الغلاف الصخرى الأعلى، (شكل ٥)، وهى تطفو وتتحرك على ما تحتها من طبقات بلاستيكية لدنة. وتتحرك الألواح القارية إما متباعدة عن بعضها أو متقاربة متداخلة ويتراوح معدل سرعة الحركة بين ٠,٥ – ٢,٥ سنتيمتر لكل سنة (سم/سنة).

يقول الحق تبارك وتعالى فى سورة النمل/آية ٨٨ : ﴿وَتَرَى الجِبَالَ تَحْسَبُهَا جَامِدَةً وَهِيَ تَمُرُّ مَرَّ السَّحَابِ﴾ .

كانت هذه الكتل الصخرية الكبيرة أو الألواح القارية فى البداية متجمعة فى قارة كبرى واحدة جنوبية ثم أخذت تتحرك فى عصور جيولوجية تالية متباعدة عن بعضها لينشأ من حركتها القارات والمحيطات الحالية ومازالت هذه

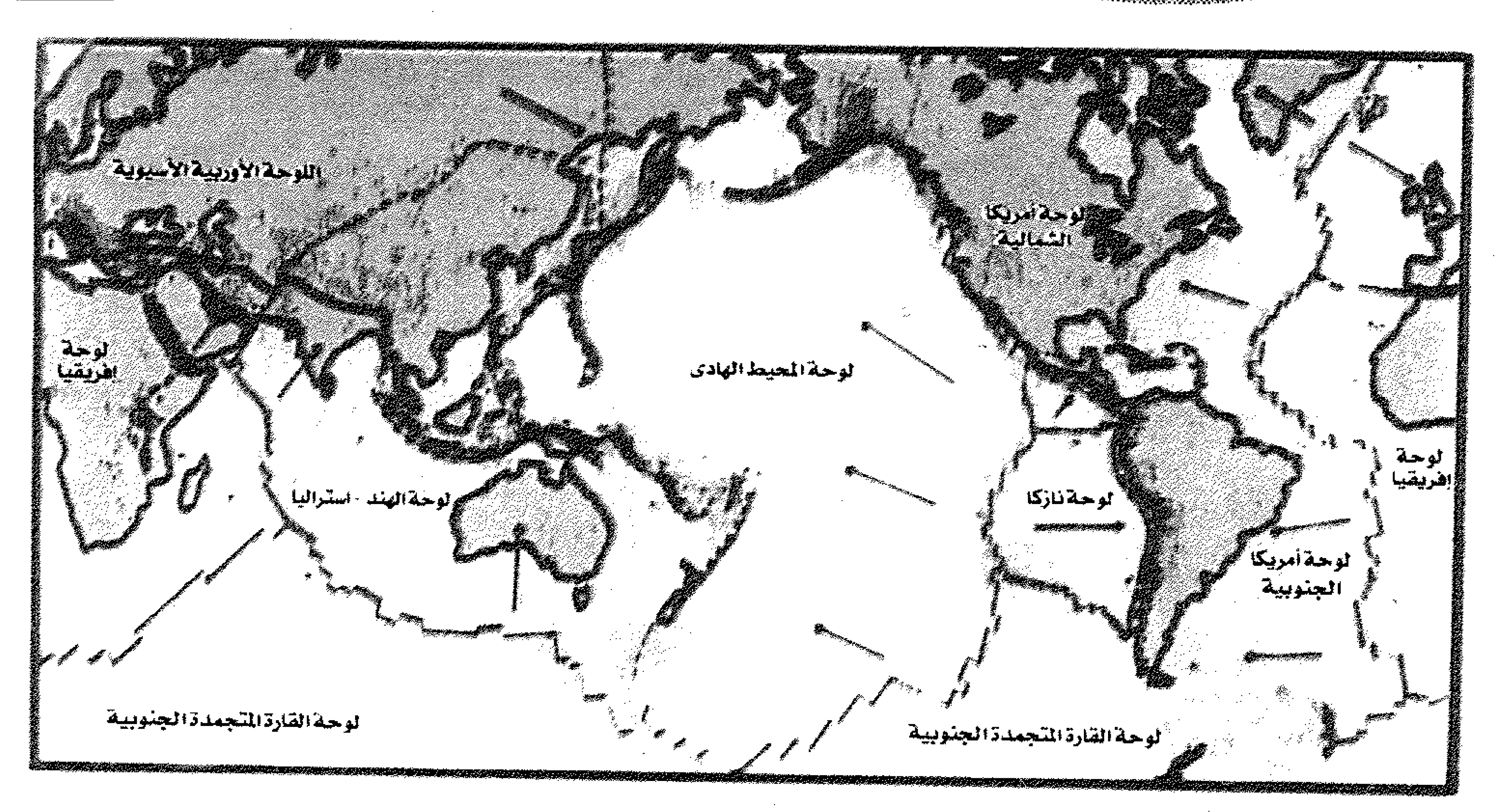


التحركات مستمرة. ومن الأدلة القوية على انقسام القارات وحركتها التطابق التام من الناحية الجغرافية والجيولوجية بين الساحل الغربى لأفريقيا والساحل الشرقى لأمريكا اللاتينية، (شكل ٥).

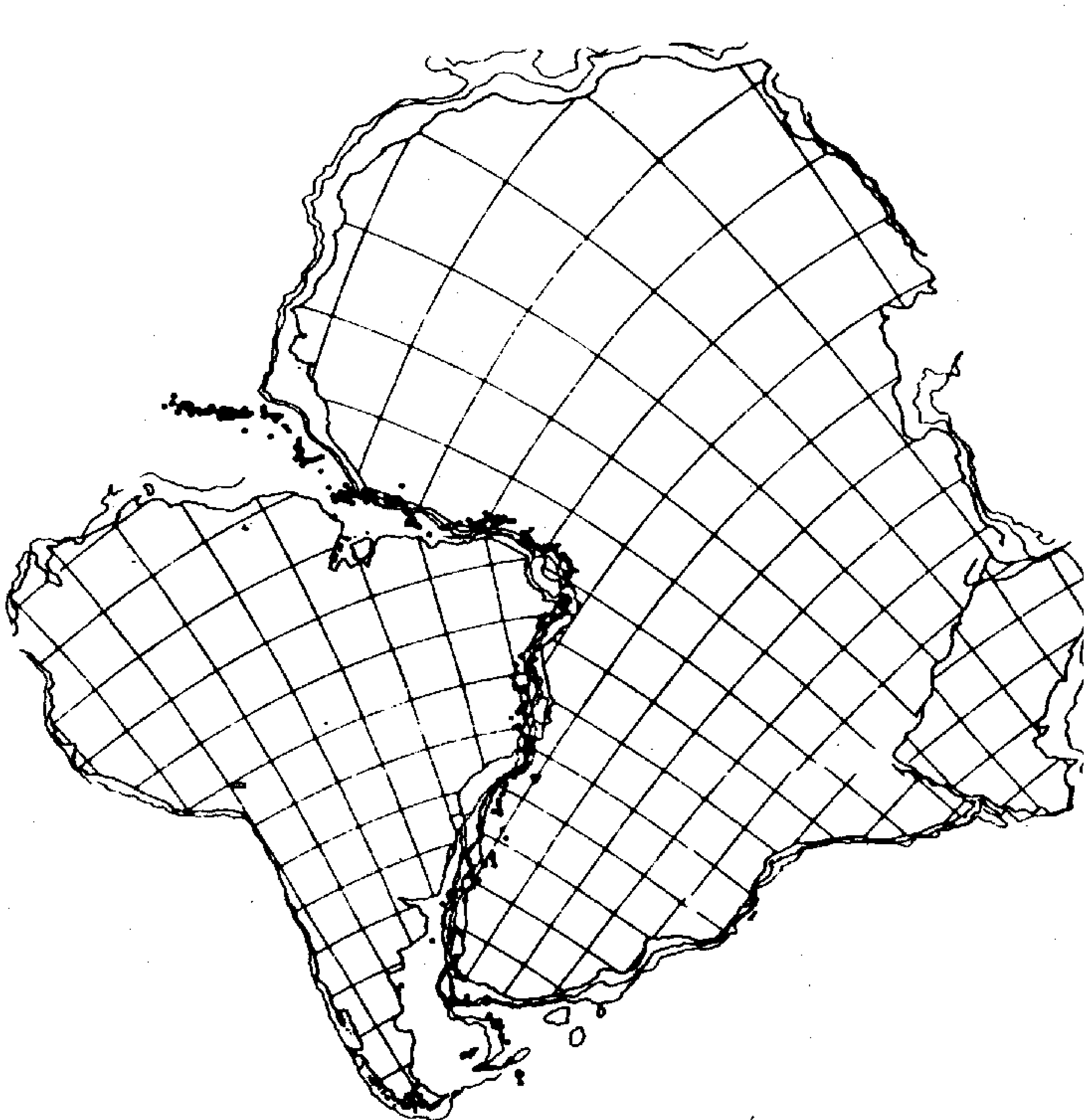
يقول الله تعالى فى كتابه الكريم فى سورة الكهف/آية ٤٧ : ﴿وَيَوْمَ نُسَيِّرُ الْجِبَالَ وَتَرَى الأَرْضَ بَارِزَةً﴾ .

ومن الألواح القارية المشهورة اللوحة القارية الأمريكية ولوحة المحيط الهادى واللوحة الأسيوية. وتتوازن منطقة الشرق الأوسط مع حركة اللوحة القارية الأفريقية ولوحة شبه الجزيرة العربية واللوحة القارية الأوروبية، (شكل ٦). ونتيجة لتحرك الألواح القارية، فقد يتقابل لوحان ويتداخلان ويتصادمان وينزلق أحدهما تحت الآخر، أو قد ينفصل اللوحان ويتباعدان ويؤدى التداخل والتصادم من ناحية والانفصال والتباعد من ناحية أخرى لحدوث زلازل قوية تؤثر بشدة على المناطق العمرانية القريبة.

* * *



شكل (٥): خريطة للعالم تبين حدود الألواح التكتونية أو التركيبية. عدد هذه الألواح بالقشرة الأرضية بما تحويه من قارات ومحيطات يبلغ سبعة ألواح رئيسية وستة ثانوية. تتحرك الألواح التركيبية إما متباعدة أو متقاربة ويتراوح معدل سرعة الزحزحة بين ٠,٥ — ٢,٥ سنتيمتر لكل سنة.



شكل (٦): توفيق بولارد لقارة أمريكا الجنوبية مع قارة أفريقيا. يؤخذ فى الاعتبار أن حزام المراكز الزلزالية الحالى (نقط سوداء) قد تم تدويره إلى الخلف ويمكن مقارنته بالكسر الأصلى بالقشرة الأرضية موضحا أن الانتشار (فى اتجاهين متضادين) قد حدث تقريبا بطريقة متناسقة. لاحظ أن منطقة ما تحت الانتفاخ بالقارة الأفريقية تستوعب تماما منطقة الزاوية القائمة بقارة أمريكا الجنوبية.



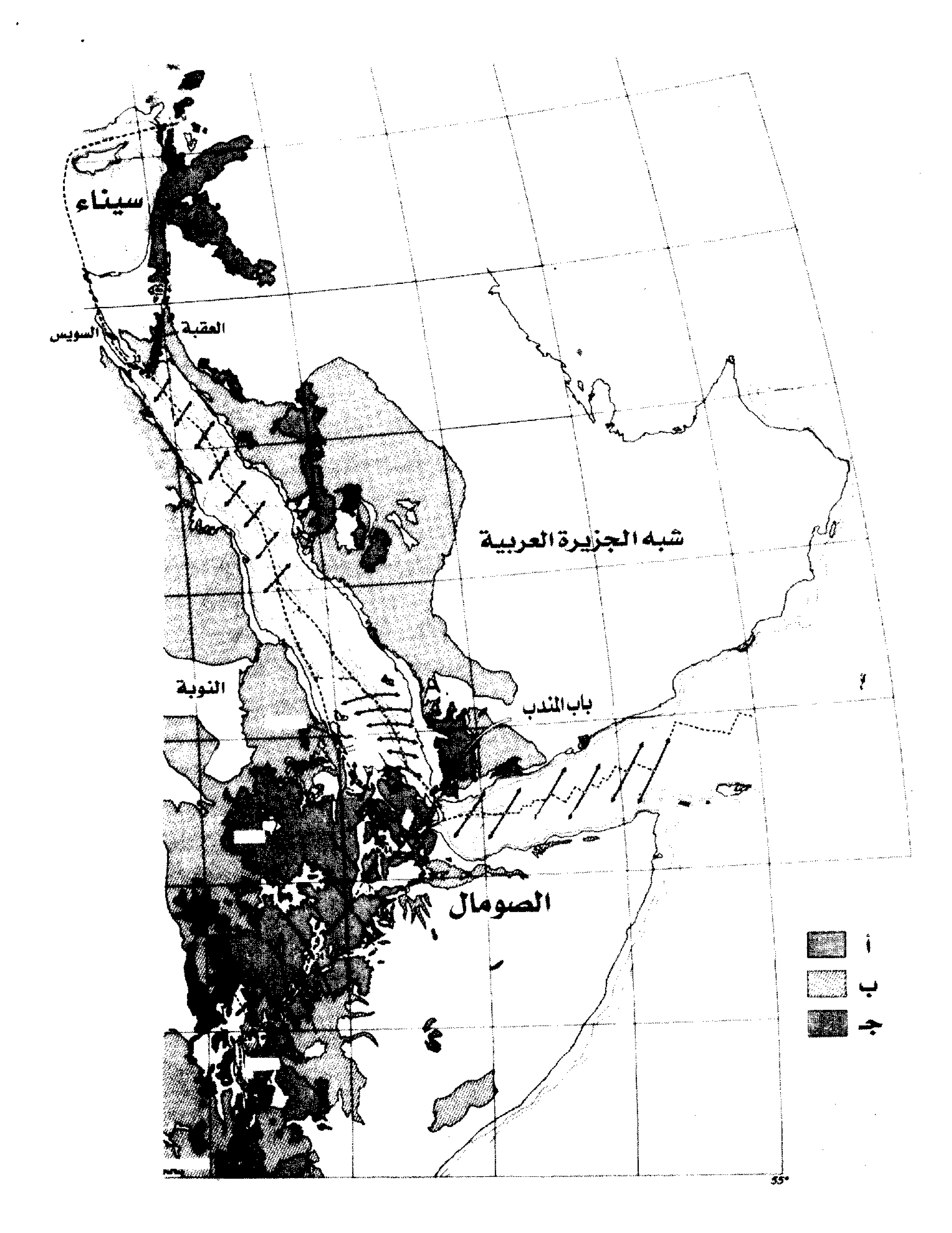
انفتاح البحر الأحمر

فى منطقة الشرق الأوسط وجد علماء الجيولوجيا أن شبه الجزيرة العربية تتحرك بسرعة متوسطة مقدارها ١,٥سم/سنة فى اتجاه الشمال الشرقى بحركة زاوية مقدارها يتراوح بين ٦° – ٧° عكس اتجاه عقارب الساعة متباعدة عن القارة الأفريقية ومنفصلة عنها عبر الخط المحورى للبحر الأحمر. ونتيجة لهذا التباعد فإن أخدود البحر الأحمر يتسع سنويا، الأمر الذى يترتب عليه حدوث زلازل كثيرة بمنطقة وسط البحر الأحمر، (شكل ٧). كذلك فإن انفتاح البحر الأحمر سوف يترتب عليه تحويله إلى محيط على مدى الزمن الجيولوجى، مع ملاحظة أن الزمن الجيولوجى يقدر عادة بملايين السنين.

أدلة انفتاح البحر الأحمر

تعرض البحر الأحمر لدراسات مكثفة جيولوجية وجيوفيزيائية من جانب علماء علم الأرض منذ الخمسينات. وقد انتهت هذه الدراسات إلى أن الجزء الرئيسى من حوض البحر الأحمر (دون فرعاه الشماليان) قد تكوّن بسلسلة من الصدوع الأفقية مع إضافة صخور قاعدية بازلتية سوداء، من النوع الذى يكون قاع المحيط أى من نوع ما يسمى القشرة المحيطية، فى الجزء المحورى من هذا البحر مع انجراف وزحزحة شبه الجزيرة العربية باتجاه الشمال الشرقى.

لكن ما الأدلة التى قدمها الجيولوجيون على هذا الرأى؟ يأتى الدليل الأول من الدراسات الجيوفيزيائية التى أجريت على القاع المحورى للبحر الأحمر. وجد العلماء أن الشاذات التثاقلية أو الجاذبية فوق القاع المحورى للبحر الأحمر موجبة بشدة. وقد استطاع أحد العلماء ويدعى جيردلر تفسير الشاذات التثاقلية المذكورة بعمود صخرى عرضه ٦١,٥ كيلو متر وبكثافة تزيد بمقدار ٠,١٧ على متوسط كثافة صخور القشرة الأرضية أى أن كثافة صخور هذا الجزء المحورى تساوى حوالى ٣,٠ وهى تقابل كثافة الصخور القاعدية الثقيلة مثل تلك التى تتداخل من الغلاف الصخرى، (شكل ٨). وقد تأكد وجود مثل هذه الصخور الثقيلة بالقرب من السطح بدلا من صخور السيال وذلك بالطرق المغناطيسية



شكل (٧): نموذج لحركة الألواح التكتونية بمنطقتي البحر الأحمر وشرق أفريقيا. يلاحظ أن حدود الألواح رسمت بخط متقطع.

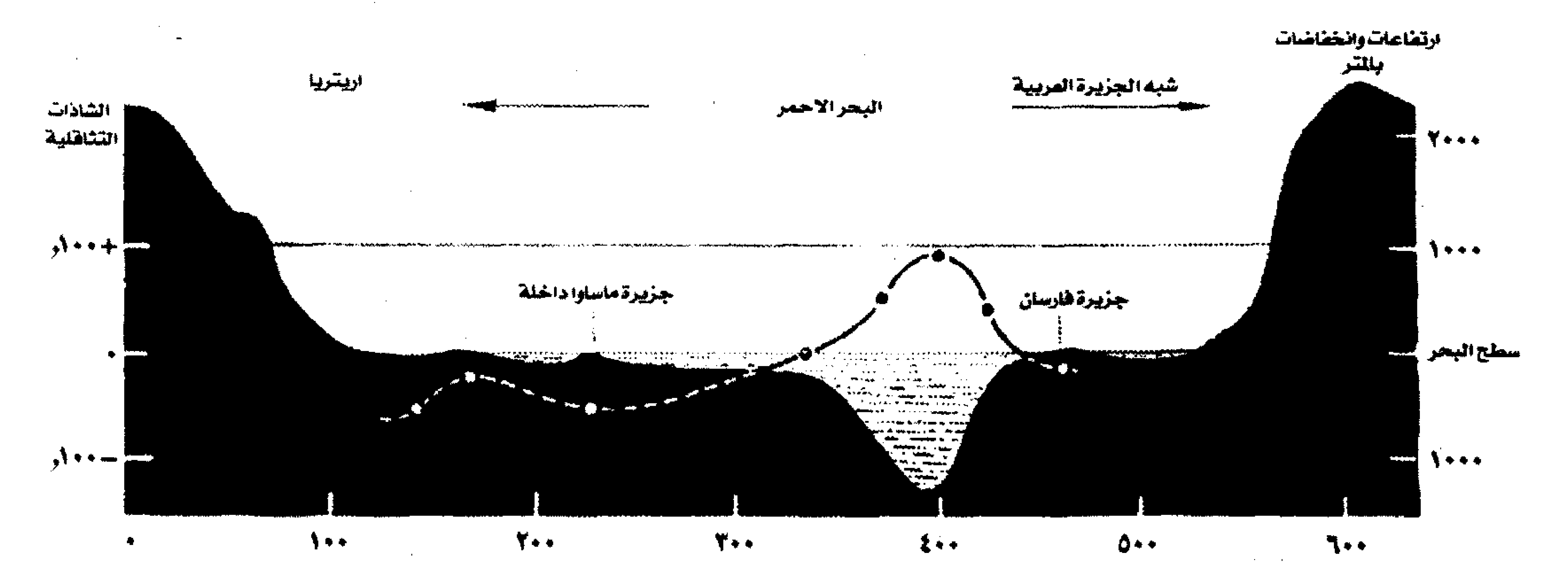
أ = بركانيات حديثة ب = صخور القاعدة لما قبل الكامبري جـ = حزام التوائي (سلسلة باليرا).

عن كتاب تركيبات الألواح، لوبيشون وآخرون (١٩٧٣).

والزلزالية. وتحت القاع المحورى للبحر لا يوجد دليل على وجود صخور سيال متبلورة.

أما الدليل الثانى فيأتى من الدراسات التركيبية لمنطقة حوض البحر الأحمر. قال العلماء أنه لو افترضنا زحزحة شبه الجزيرة العربية من قارة أفريقيا فإن جوانب كتلة الجزيرة العربية الموازية لاتجاه الزحزحة (شمال شرق) لابد أن تكون من نوع الصدوع الأفقية، وقد وجد أن هذا صحيح. وفى عام ١٩٥٦ قدم أحد العلماء ويدعى كونيل مجموعة من الأدلة المتوافقة تشير إلى أن الجانب الشرقى لأخدود البحر الميت من العقبة حتى الجليل قد تزحزح باتجاه الشمال بالنسبة للجانب الغربى، (انظر شكل ١).

وهكذا فإن الأدلة التى أوجدها العلماء على انفصال كتلة شبه الجزيرة العربية من قارة أفريقيا وحركتها باتجاه شمال شرق هى أدلة قوية واقعية تؤكد تماما هذا الانفصال. وهكذا فإن الفجوة بين كتلة الجزيرة العربية وأفريقيا سوف تتسع وتزداد مع تقدم الزمن الجيولوجى الذى يقدر بملايين السنين ليتحول البحر الأحمر فى النهاية إلى محيط جديد وكبير لم يكن له وجود من قبل فى التوزيع الجغرافى لليابس والماء على وجه الأرض.



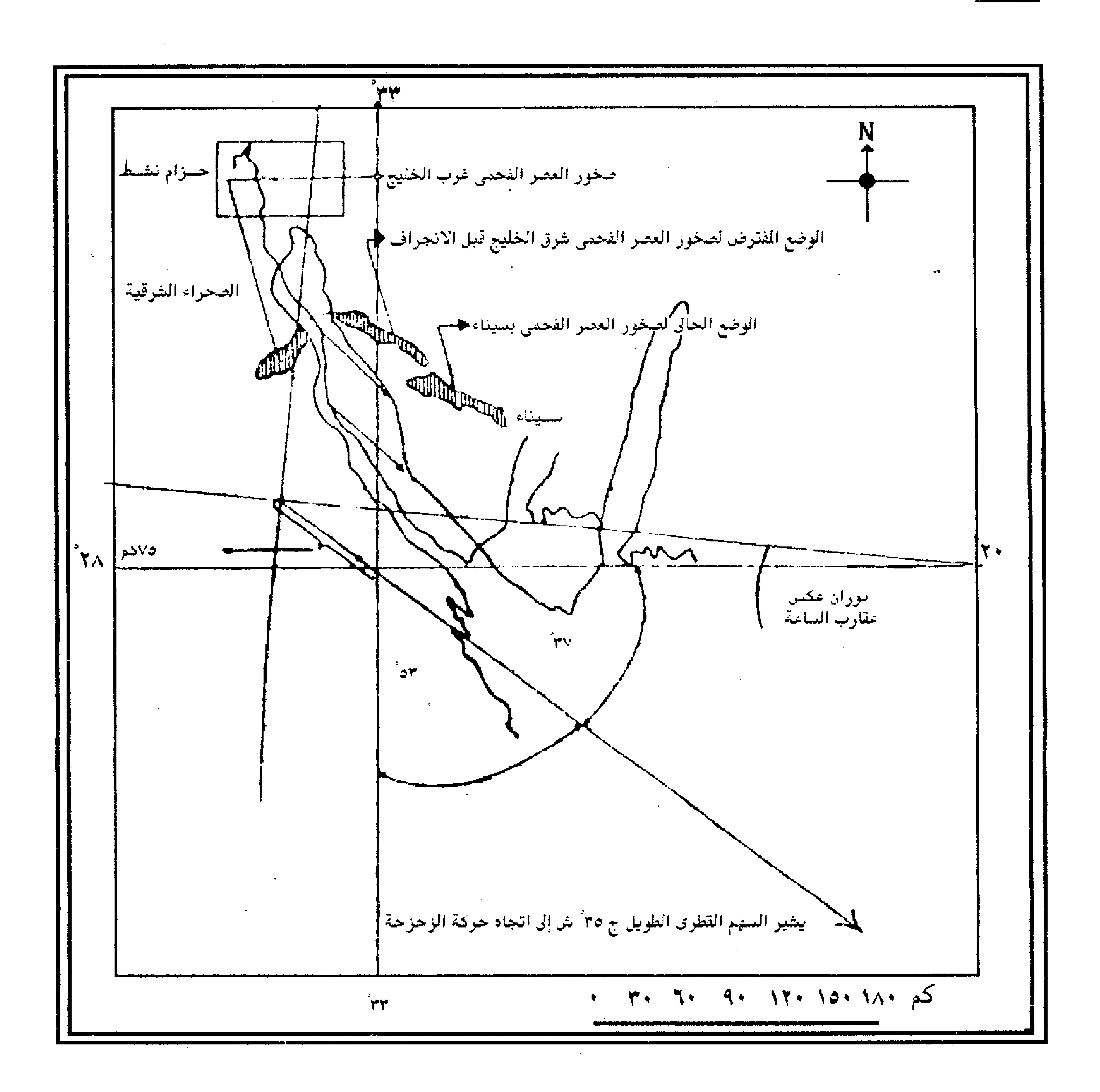
شكل (٨): قطاع عبر البحر الأحمر يبين العلاقة بين تضاريس القاع والشاذات التثاقلية (الجاذبية). يؤخذ فى الاعتبار أن الخط المتقطع بقياسات حقيقية معلمة بنقط. لاحظ وجود الشاذة التثاقلية فوق الجزء المحورى العميق من قاع البحر حيث تدل على وجود صخور قاعدية بازلتية سوداء اللون ذات كثافة عالية أو ثقل نوعى مرتفع (٣,٠ - ٣.٣) تغطى قاع البحر بهذه المنطقة. عن كتاب مبادئ الجيولوجيا الطبيعية، هولز (١٩٦٥).

يقول الحق جَلَّ وعلا فى سورة الرعد/آية ٣: ﴿وَهُوَ الَّذِى مَدَّ الأَرْضَ وَجَعَلَ فيها رَوَاسِىَ وَأَنْهَارًا﴾ .

زحزحة شبه جزيرة سيناء

رأينا فى هذه الدراسة الشيقة كيف كان انفتاح البحر الأحمر عن طريق الزحزحة الأفقية لشبه الجزيرة العربية فى اتجاه شمال شرق مبتعدة عن قارة أفريقيا وكان من جرّاء هذه الزحزحة تكوين البحر الأحمر بشكله المعروف حاليا. ترى ماذا عن انفتاح خليج السويس؟ هذا رغما عن أن خليج السويس له تاريخ أقدم من تاريخ الجزء الأساسى من البحر الأحمر والذى يمتد حتى العصر الفحمى أى منذ ٣٤٠ مليون سنة من الآن. قام مؤلف الكتاب بعمل دراسة ضافية فى هذا الموضوع (١٩٧٦) عالج فيها الطريقة التى تكوّن بواسطتها خليج السويس. وبدلا من النظريات القديمة التى تعتمد على نشوء الخليج بواسطة الصدوع الخسفية (الرأسية) وتكوين الأخاديد فإن المؤلف أعطى عددا من الأدلة القوية والمتكاملة على انفتاح هذا الخليج بواسطة مجموعة من الصدوع الأفقية، وجاءت الأدلة من مجالات مختلفة مثل: النواحى المعدنية، الجغرافية، الجيولوجية، التركيبية، الفيزياء الأرضية، وأخيرا معدلات الزحزحة حيث نوقشت هذه الأدلة جميعا بشىء من التفصيل.

وحسب الدراسة التى أجراها المؤلف فقد ظهر أن شبه جزيرة سيناء عانت من حركة زاوية مقدارها ست درجات (٦°) عكس اتجاه عقارب الساعة ولمسافة نحو ٤٥ كيلومتر حتى تأخذ وضعها الجغرافى الحالى، وكان اتجاه الحركة الظاهر هو جنوب ٥٣° شرق. وكان نتيجة زحزحة شبه جزيرة سيناء مبتعدة عن الكتلة الأفريقية هو نشوء خليج السويس الذى ارتبط فيما بعد بجسم البحر الأحمر، (شكل ٩). وبسبب أن زحزحة الخليج لم تكن كبيرة فإن صخور البازلت السوداء الثقيلة لم تظهر لتكوّن قاع الخليج، وهذا بخلاف ما حدث للبحر الاحمر.



شكل (٩): توفيق خطوط الشواطئ المتقابلة لخليج السويس. لاحظ أن السهم القطرى الطويل جنوب ٥٣° شرق يشير إلى اتجاه حركة الزحزحة لشبه جزيرة سيناء. لاحظ أيضا أنه حينما يحدث التوفيق بين خطى شاطئ الخليج فإن صخور العصر الفحمى (٣٤٠ مليون سنة من الآن) فى كل من سيناء والصحراء الشرقية تقابل بعضها مباشرة وتكون على خط ظهور واحد.

المرجع: انجراف شبه جزيرة سيناء - ج.م.ع.، على السكرى، مجموعة بحوث الأكاديمية المصرية للعلوم، المجلد ٢٩ (١٩٧٦)، ص ٢٤٣ - ٢٥٠. بحث منشور باللغة الإنجليزية.

بالنسبة لتدريج الزمن الجيولوجى وتحديد بداية زمن كل فترة بملايين السنين، انظر كتاب مقدمة للجيوكيمياء، كروسكوف (١٩٦٧).

وجد أن هذه النتيجة متوافقة تماما مع ملاحظة عالمين آخرين هما دريك وجردلر (١٩٦٤) بأن شبه الجزيرة العربية عانت هى الأخرى من حركة دائرية عكس عقارب الساعة بالنسبة لقارة أفريقيا مقدارها يتراوح بين ٦° - ٩°. وهكذا ظهر أن كل من سيناء والكتلة العربية كانا يتصرفان كلوحة واحدة خلال هذه الحركة الدائرية. ومن المحتمل جدا أن يكون توقيت هذه الزحزحة قد ابتدأ فى العصر الطباشيرى (منذ ١٣٠ مليون سنة) أو الثلاثى (منذ ٧٠ مليون سنة). وقبل هذا الوقت كانت سيناء مرتبطة بالقارة الأفريقية. وقد وجد أن نموذج فتح الخليج الذى اقترحه المؤلف بهذا الشكل يشرح بعض التراكيب الجيولوجية الموجودة بالمنطقة.

الانجراف (الزحزحة) وتيارات الحمل

هل تذكرون معى تلك التجربة البسيطة التى تعلمناها فى مدارسنا بخصوص توضيح ظاهرة تيارات الحمل فى الماء؟ معظمنا قطعا يتذكرها وسوف نوجز شرحها فى السطور التالية. املأ دورقا أو حوضا زجاجيا بالماء حتى ثلثيه وضع تحته موقدا يعمل بالغاز ولا تنسى أن تضيف إلى الماء قليلا من نشارة الخشب، سخن تحت الدورق أو الحوض بالموقد الغازى.. ماذا تلاحظ؟

نلاحظ أن نشارة الخشب ترتفع من أسفل الدورق صاعدة إلى أعلى فى عمود رأسى حتى تصل بالقرب من سطح الماء ثم تنتشر يمينا ويسارا وتعود هابطة لأسفل. معنى هذا أن عمودا من الماء قد تم تسخينه فارتفع إلى فوق ليحل محله ماء آخر بارد من أسفل. وهكذا مع تكرار هذه العملية يتم تسخين الماء كله بالإناء الحاوى. هذه التيارات المائية الصاعدة والهابطة بالدورق أو بالحوض تسمى تيارات الحمل، (شكل ١٠).

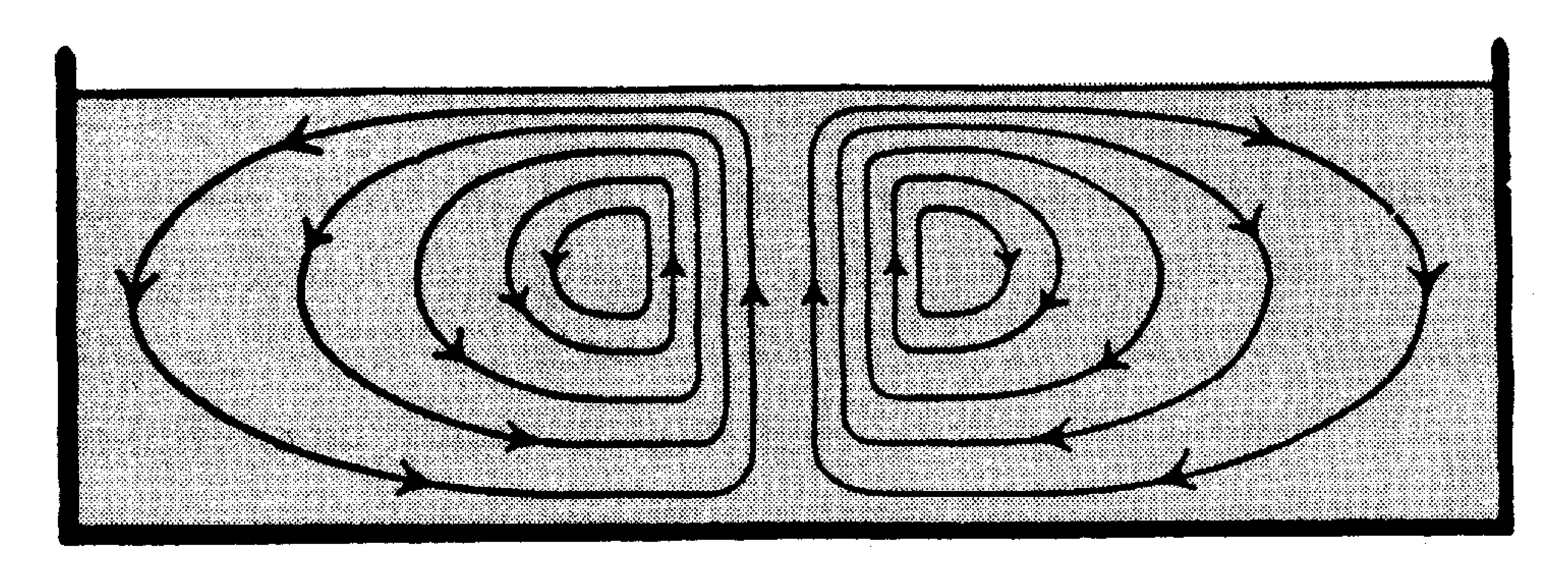
والآن ننتقل إلى تجربة لذيذة أخرى. علينا أن نلاحظ فى هذه التجربة الجديدة ماذا يحدث للريم على سطح المربى الموضوعة فى وعاء يتعرض لتسخين هادئ. يلاحظ أن حرارة الموقد تجعل المربى تدور ببطء. يصعد تيار ساخن

بالقرب من منتصف الوعاء ثم يتفرق فى الاتجاهين عند السطح ويكسح معه الريم إلى جوانب الوعاء حيث ينزل التيار. ويبدو أن الريم من الخفة لدرجة أنه لا ينزل إلى أسفل وبالتالى فهو يتجمع عند الجوانب ويمكن إزالته وكشطه.

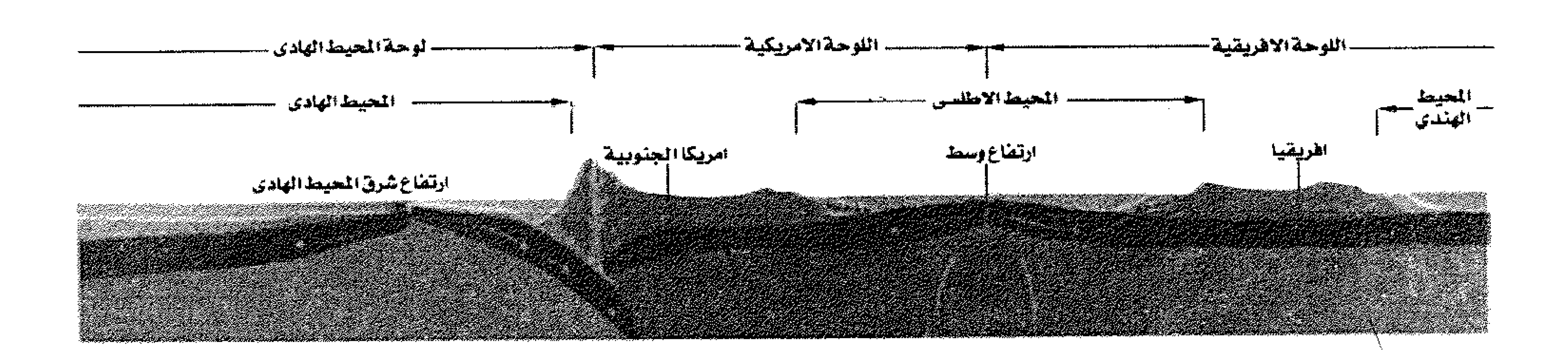
وهكذا فإن مصطلح تيارات الحمل بمعناه الفيزيائى العادى يستعمل بعلم الجيولوجيا مع تطبيقه تطبيقا خاصا بباطن الأرض. وجد أن تيارات الحمل تحدث بباطن الأرض باللب والغلاف وهى تعطى القوى الدافعة التى تنتج ظواهر بنائية محددة على سطح الأرض مثل التقعرات الإقليمية أو الطيات المقعرة الإقليمية والحركات المولدة للجبال والانجراف القارى أو الزحزحة القارية.

لكن ما لنا ولتجارب تيارات الحمل؟ وما علاقتها بموضوع الزحزحة القارية؟ فى الواقع أن العلماء يعتقدون أن دورات مشابهة للمادة تحدث بباطن الأرض الصلب رغما عن أن هذه الدورات تكون على نطاق أكبر بكثير وبمعدل أبطأ بكثير. فلو حدث فى وقت من الأوقات وكانت تيارات الحمل الأرضية قوية عنيفة بما فيه الكفاية فإن التيارات الأفقية التى تنتشر من كل عمود ساخن صاعد تكتسح أماكن معينة من كتل السيال الخفيفة، مثل هذه المناطق تصبح قيعان محيطات، (شكل ١١). وحينما تتقابل التيارات الأفقية لخلية حمل مع أخرى لخلية مجاورة فسوف ينزلان لأسفل وتصبح كتل السيال الخفيفة غير قادرة على النزول معها لأسفل وتترك خلفها. وهكذا تتركز كتل السيال بالمناطق التى تعلو التيارات الهابطة ومثل هذه المناطق تتطور فيما بعد إلى قارات.

توجد طريقة أخرى تتكون بها قيعان المحيطات دون أن يكون عليها غطاء من صخور السيال الخفيفة. تتضمن هذه الطريقة هجر العقيدة الراسخة بأن الأرض كرة تنكمش. وبدلا من ذلك لابد أن نعتبر بجدية إمكانية أن باطن الأرض يتمدد. فلو كانت هذه هى الحالة، أى حالة التمدد، فإن التأثير الأول للتمدد يكون تكسير القشرة الأرضية الأصلية التى تتكون من السيال إلى قطع



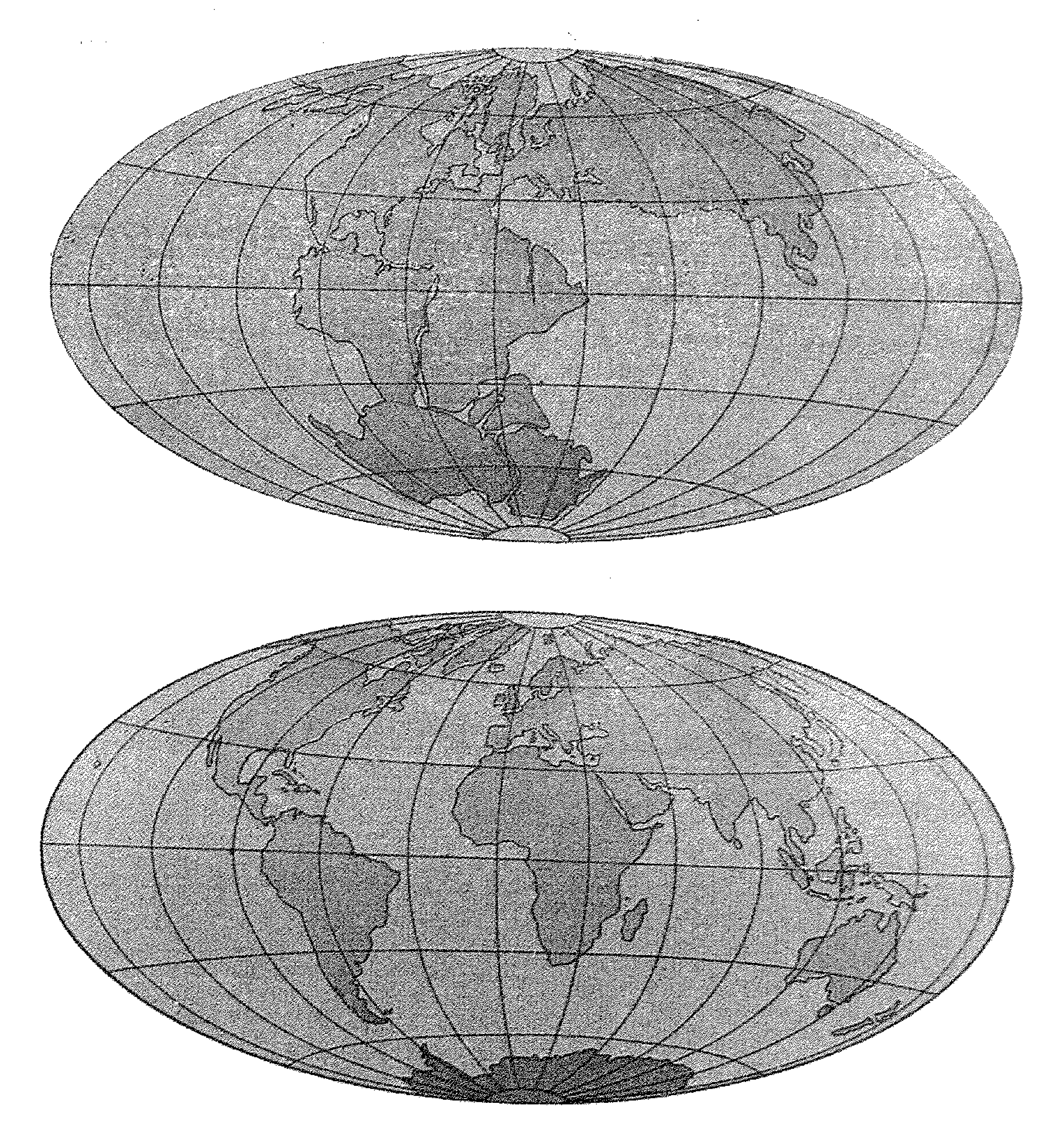
شكل (١٠): خلية تيارات حمل تجرى بالمعمل. لاحظ توزيع التيارات بالخلية: مع تسخين الماء أسفل الخلية تتكون تيارات ساخنة صاعدة سرعان ما تتفرق من أعلى على الجانبين ليحل محلها من أسفل تيارات باردة تتعرض للتسخين مرة أخرى. وهكذا مع تكرار هذه العملية يتم تسخين الماء كله بالحوض الزجاجى بعد مضى فترة من الوقت. يمكن وضع بعض من نشارة الخشب بالحوض الزجاجى الذى يتم فيه تسخين الماء لبيان اتجاه التيارات. هذه التيارات الصاعدة والهابطة بالماء تسمى تيارات الحمل. عن كتاب مبادئ الجيولوجيا الطبيعية، هولمز (١٩٦٥).



شكل (١١): تيارات الحمل بباطن الأرض أى بالغلاف الصخرى (تحت القشرة) للأرض. لاحظ أن التيارات الصاعدة ينشأ عنها فى النهاية زحزحة القشرة الأرضية على الجانبين باتجاهين متضادين وصعود مواد مصهورة من باطن الأرض قاعدية ثقيلة من نوع صخور البازلت وتكوين تلال وسط المحيط وتمدد الأرض. أما عند التيارات الهابطة فتتراكم كتل السيال الخفيفة وهى الكتل القارية مكونة القارات وأحزمة الجبال.

دائرة معارف الأسرة للتاريخ الطبيعى (١٩٨٢)

بحجم القارات. ومع استمرار التمدد فإن هذه القطع القارية تتحرك قطريا للخارج وتصبح منفصلة أكثر فأكثر أى تتباعد عن بعضها أكثر فأكثر. وسوف تفيض المواد القاعدية وفوق القاعدية من الغلاف الصخرى (تحت القشرة) لتملأ الفراغات بين القارات كلما تباعدت وتكوّن قيعان من صخور بازلتية ثقيلة لأحواض المحيطات النامية، (شكل ١٢).



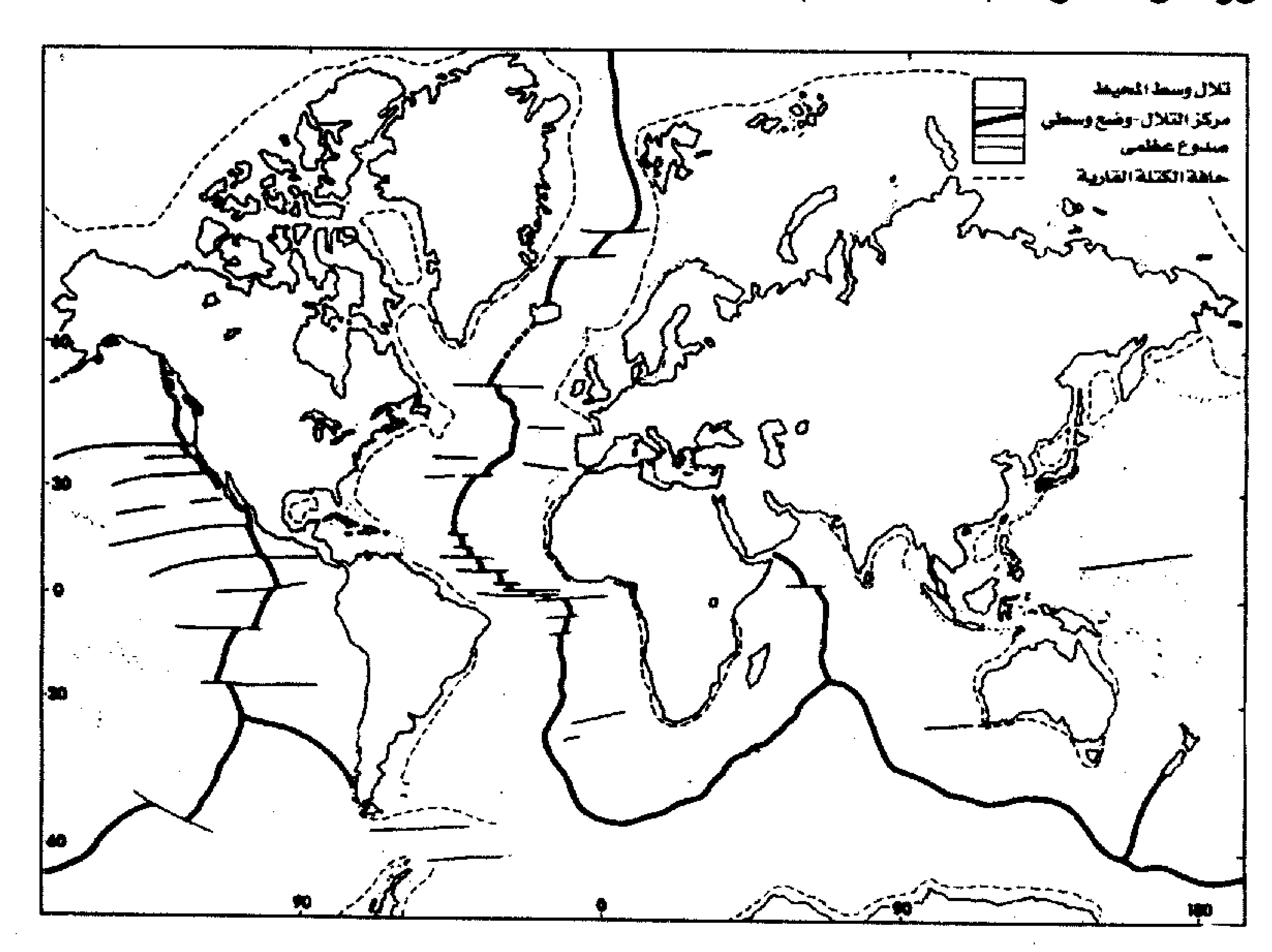
شكل (١٢): تمدد باطن الأرض وتأثيره على القشرة الخارجية (سيال). القارات الأولى (باللون الأخضر) تحددت أولا بالتمدد من الباطن وتكسير القشرة إلى قطع أو شظايا قارية ثم انفصلت القارات بالتدريج كلما تباعدت بموجب تزايد حجم الأرض. هذا وقد صعدت مواد ثقيلة بازلتية من الغلاف الصخرى بباطن الأرض وفاضت لتملأ الفجوات التى تخللت القارات وكونت قيعان أحواض المحيطات النامية (باللون الرمادى).

دائرة معارف الأسرة للتاريخ الطبيعى (١٩٨٢)

ولنتأمل في قول الله تعالى فى سورة ق/آية ٧ : ﴿والأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ﴾ .

كيف تكون قاع المحيط الأطلسى

أكدت الفحوصات الأوقيانوجرافية (البحرية) التفصيلية وجود حزام ضيق من تلال بقاع المحيط تقع تقريبا بمنتصف المسافة بين أوروبا وشمال أمريكا من جهة، ومن جهة أخرى بين أفريقيا وجنوب أمريكا. تبين أن تلال وسط الأطلنطى هذه، كما أطلق عليها الاسم، تعتبر نموذجا لتلال وسط المحيط عموما مثل تلك التى اكتشفت فيما بعد بالمحيطات الأخرى. وفى بعض الأحيان فإن هذه التلال تصل إلى سطح الماء وتعلو عليه فى صورة جزر صخرية أو جزر مرجانية مثل جزيرة جان ماين وصخور القديس بول وجزيرة بوفت وجزيرة رود ريجيز، (شكل ١٣).



شكل (١٣): أنظمة تلال وسط المحيط الرئيسية بمحيطات العالم (الخط الأسود الثقيل). ولأن نظام التلال بالمحيط الأطلنطى يكاد يكون وسط المحيط بالضبط فإن النظام العالمى كله يُسمى نظام تلال وسط المحيط. ويبدو أن الصدوع العرضية (الخط الأسود الخفيف) تكونت نتيجة الحركة التفاضلية بمناطق التلال على جانبى الصدوع نتيجة تمدد وانتشار قاع المحيط. عن كتاب المحيطات، كارل توركيان (١٩٦٨).

ثبت أن تلال وسط المحيط هي مواقع نشاط بركاني وزلزالي كثيف وهناك دليل محترم لكي نفرض أن هذه التلال لها شكل مشابه في أصلها لما يسمى الوديان الخسفية. ويعتقد معظم العلماء أن هذه التلال مرتبطة ارتباطا وثيقا بالانجراف القاري والزحزحة القارية. وقد رصد العلماء وجود عدد من «صدوع التمزق» تظهر عمودية على خط التلال. وتفترض نظرية الألواح التكتونية أو الألواح البنائية أن تلال وسط المحيط هي الحدود بين الألواح التي تتحرك متباعدة عن بعضها مع إضافة قشرة محيطية جديدة في نفس الوقت. ومما يدعم هذه النظرية وجود ظواهر: النشاط البركاني - الزلازل - تركيبات الوديان الخسفية - الصدوع التمزقية التي وجدت تظهر عمودية على خط التلال.

يؤخذ في الاعتبار أن جزر وسط المحيط تعتبر ظواهر معزولة لتضاريس الأرض التي ترتفع مباشرة من قاع البحر العميق. هذه الجزر أساسا من النوع البركاني وتتركب من طفوح بازلتية. وقلة من هذه الجزر تتكون من شعاب مرجانية من الحجر الجيري (كربونات الكالسيوم) ويبدو أن هذه التركيبات الجيرية قد نمت على قاعدة متآكلة من الصخور البركانية القاعدية.

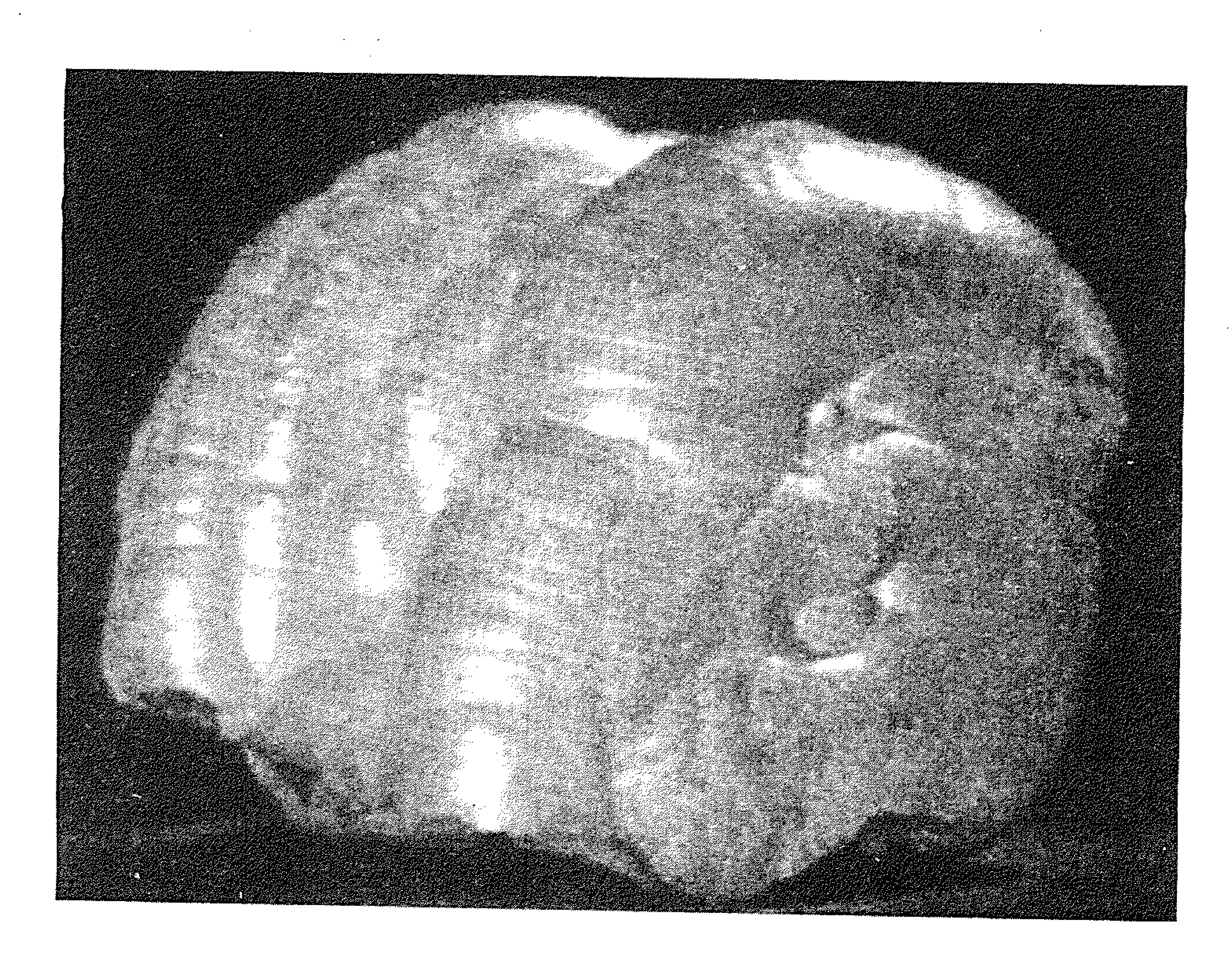
أمكن للعلماء تحديد صفات تلال وسط المحيط. فهي عبارة عن قوس وسطي عظيم أو انتفاخ بقاع المحيط يمتد بطول حوض المحيط ويوازي تقريبا الحواف القارية. وتلال وسط المحيط بالأطلنطي يبلغ عرضها بضع مئات من الكيلومترات، غير منتظمة بشدة من الناحية الطبوغرافية (أي من ناحية التضاريس) وترتفع في بعض الأماكن فوق سطح الماء لتكون جزرا بوسط المحيط.

يقول العالم كارل توركيان في كتابه عن المحيطات (١٩٦٨) أن تلال وسط الأطلنطي التي تقع تقريبا وسط المحيط لها صفات في امتدادها تقارب تلك الامتدادات للقارات التي بشرقها وغربها. ومن الواضح أنه يبدو أن قارة أمريكا الجنوبية وقارة أفريقيا يمكن توفيقهما مع بعض مع اعتبار تلال وسط الأطلنطي تمثل ندبة أو أثر الانشقاق.

انظر قول الله الخالق المبدع في سورة إبراهيم/آية ٤٨ : ﴿يَوْمَ تُبَدَّلُ الْأَرْضُ غَيْرَ الْأَرْضِ﴾.

خاتمة

توصل علماء الجيولوجيا مؤخرا – نتيجة أبحاث ودراسات مطولة ومتعبة – إلى أن كتلة شبه الجزيرة العربية تتحرك بسرعة متوسطة مقدارها ١,٥ سنتيمتر فى السنة باتجاه الشمال الشرقى متباعدة ومنفصلة عن كتلة القارة الأفريقية عبر الخط المحورى للبحر الأحمر. وتصعد من أسفل أى من باطن الأرض مواد صخرية ملتهبة متداخلة بهذا القاع المحورى وهى صخور قاعدية بازلتية سوداء اللون مرتفعة الكثافة ويصاحبها محاليل حرارية ساخنة تحمل كثيرا من العناصر الفلزية التى تترسب على هيئة خامات معدنية متنوعة ومفيدة بقاع البحر مثل عقد المنجنيز والحديد، (شكل ١٤).



شكل (١٤): عقدة من خام المنجنيز والحديد تتواجد بالجزء المحورى من قاع البحر الأحمر.

نتيجة لتباعد كتلة شبه الجزيرة العربية فإن حوض البحر الأحمر سوف يتسع بالتدريج سنويا وسوف يترتب على ذلك تحويله إلى محيط مع مرور الزمن الجيولوجى الذى يقدر بملايين السنين، الأمر الذى يحدث تغيرا جوهريا فى توزيع اليابس والماء على الأرض ويغير من شكلها ومناخها كثيرا.

قدم العلماء عددا من الأدلة لتأييد فكرة انفتاح البحر الأحمر. يأتى الدليل الأول من القياسات الجيوفيزيائية. فقد وجد العلماء أن الشاذات التثاقلية فوق القاع المحورى للبحر الأحمر تكون موجبة بشدة. أى أن القاع المحورى يتكون من صخور قاعدية ثقيلة من نوع البازلت. وقد تأكدت هذه النتائج مرة أخرى من الطرق المغناطيسية والزلزالية. أما الدليل الثانى فيأتى من الدراسات التركيبية لمنطقة حوض البحر الأحمر. فقد اكتشف العلماء والباحثون أن جوانب كتلة شبه الجزيرة العربية الموازية لاتجاه الزحزحة وهو اتجاه شمال شرق يكون من نوع الصدوع الأفقية. وبناء عليه فإن الأدلة التى قدمها العلماء على انفصال وزحزحة شبه الجزيرة العربية بعيدا عن القارة الأفريقية هى أدلة واقعية تؤكد فكرة الانفصال.

بمثل هذا الأسلوب الذى ينفتح به البحر الأحمر حاليا، انفتح حوض المحيط الأطلسى قديما. فعند خط تلال وسط المحيط الأطلسى يحدث صعود وتداخل من صخور باطن الأرض البازلتية مع زحزحة لوحة الأمريكتين باتجاه الغرب ولوحة أفريقيا وأوروبا باتجاه الشرق وتكوين قشرة محيطية قاعدية ثقيلة بينما يحدث تمدد لقاع المحيط. وهكذا انفتح المحيط الهندى والمحيط الهادى.

* * *

المراجع

(أ) المراجع الأجنبية:

1) American Geological institute (1962): Dictionary of geological terms. Pub. Dolphin books, Doubleday and Co., Inc., New York.

2) Drake, C.L. and Girdler, R.W. (1964), A geophgsical study of the Red sea. Geophys. J. of the Roy. Astronom. soc., Vol. 8, P. 473-95.

3) EL Sokkary, A.A. (1976): Drifting of Sinai Peninsula, Egypt. Proc. Egypt. Acad. Sci., Vol. xxix, P. 243.

4) Holmes, A. (1965): Principles of Physical geology. Pub. The Ronald Press Co., New York.

5) Krauskopf, K.B. (1967): Introduction to geo-chemistry. International series in the earth and Planetary sciences. Pub; : Mc Graw - Hill book Co., New York.

6) Le Pichon, x., Francheteau, J. and Bonnin, J. (1973): Plate tectonics. Developments in Geotectonics series 6, Pub.: Elsevier scientific Publishing Co., London.

7) Turekian, K.K. (1968): Oceans. Foundations of earth science series. Editor: A.L. McAlester. Pub. Prentice - Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A.

8) Whitten, D.G.A. with Brooks, J.R.V. (1974): A dictionary of geology. Pub. Penguin books, England.

(ب) المراجع العربية:

١ – الزلزال . نشرة المجالس النوعية بأكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا – عدد خاص. مراجعة: د. محمد فهيم محمود ، أغسطس ١٩٩٣.

٢ – يوم تبدل الأرض غير الأرض. عمل : د. علي علي السكرى. تحت النشر ، سنة ١٩٩٨.

* * *

معجم بالمصطلحات الجيولوجية الواردة بالكتاب

lossary of Geological Terms

A

صدع نشط Active fault

كتلة القارة الأفريقية African block

حزام الألب Alpian belt

Angular movement

حركة زاوية

طية محدبة Anticline

Applied geophysics

علم الجيوفيزياء التطبيقى

Arabian block

كتلة شبه الجزيرة العربية

كرة أسينو سفير Asthenosphere

حزام الأطلنطى Atlantic belt

Atlantic ocean

المحيط الأطلنطى أو الأطلسى

خط محورى Axial line

قاع محورى Axial trough

B

طفح بازلتى Basaltic flow

C

Calcium carbonate = $CaCO_3$

كاربونات كالسيوم

قشرة قارية Continental crust

حافة قارية Continental margin

خلية حمل Convection cell

تيارات حمل Convection currents

شعاب مرجانية Coral reefs

لب Core

القشرة الأرضية Crust

D

انجراف أو زحزحة Drift

E

تمدد الأرض Earth expansion

باطن الأرض Earth interior

زلزال أو زلزلة Earthquake

مركز زلزالى Earthquake centre

Earthquake station

محطة تسجيل زلزالى

Earth sciences علوم الأرض

East African or Horn belt

حزام القرن الأفريقى

Electric current تيار كهربائى

Electric phenomenon

ظاهرة كهربائية

Exterior core لب خارجى

F

Fault صدع

Fire ring دائرة النار

Fissure شق أو شرخ

Fold التواء

G

Geology علم الأرض أو جيولوجيا

Geologist

جيولوجى أو مهندس جيولوجى

Geophysics

علم الجيوفيزياء

Geophysical measurements

قياسات جيوفيزيائية

Geologic structure

تركيب جيولوجى

Geosyncline تقعر إقليمى

Geologic time الزمن الجيولوجى

Granite صخر جرانيت وردى

Gravity anomaly

شاذة تثاقلية أو جاذبية

Gravitational phenomenon

ظاهرة تثاقلية أو جاذبية

Gulf of Aqaba خليج العقبة

Gulf of Suez خليج السويس

Gutenberg discontinuity

قطوع جوتنبرج

H

Himalaya belt حزام الهيملايا

Hydrothermal solutions

محاليل حرارية

I

Interior core لب داخلى

Isostatic balance

توازن أيزوستاتيكى

J

Joint فاصل

L

Layer طبقة

Limestone صخر أو حجر جيرى

M

Magnetic field مجال مغناطيسى

Magnetic methods
طرق مغناطيسية

Magnetic phenomenon
ظاهرة مغناطيسية

Mantle الغلاف

Mid-Atlantic ridges
تلال وسط الأطلسى

Mid-oceanic ridges
تلال وسط المحيط

Mn-Fenodules
عقد منجنيز وحديد

Mohole discontinuity or
Moho discontinuity or
Moho قطوع موهو

N

Nickel-Iron alloy
سبيكة نيكل وحديد

O

Ocean basin حوض المحيط

Ocean bottom expansion
تمدد قاع المحيط

Oceanic crust قشرة محيطية

Oceanography
أوقيانوغرافيا أو علم البحر والمحيط

Ocean trough or bottom
قاع المحيط

Olivine معدن أوليفين

Opening of Red sea
انفتاح البحر الأحمر

Orogenic movement
حركة مولدة للجبال

P

Pacific belt حزام باسيفيكى

Peridotite صخر بريدوتيت

P-waves موجات رئيسية

R

Red sea البحر الأحمر

Red sea basin حوض البحر الأحمر

Red sea rift أخدود البحر الأحمر

Reef island جزيرة مرجانية

Ridges تلال

Rift valley واد خسفى

S

Sandstone صخر أو حجر رملى

Seam ندبة أو أثر الانشقاق

Sedimentary rock صخر رسوبى

حزام زلزالى Seismic belt

Seismic geophysics

جيوفيزياء زلزالية

طرق زلزالية Seismic methods

Seismic phenomenon

ظاهرة زلزالية

موجات زلزالية Seismic waves

صخر طفلى Shale

سيال Sial

سيما Sima

صدع أفقى Strike-slip fault

تركيبات جيولوجية Structures

Structural study

دراسة تركيبية جيولوجية

Sulphides

كبريتيدات أو كبريتورات

موجات ثانوية S-waves

طية مقعرة Syncline

T

صدع تمزقى Tear fault

Tectonic plates

ألواح تكتونية أو ألواح تركيبية

طبوغرافيا أو تضاريس Topography

V

نشاط بركانى Volcanic activity

بركان Volcano

رقم الإيداع	١٩٩٩/١٣٣٣٣
الترقيم الدولى	ISBN 977-02-5883-0

٧/٩٩/٤٥

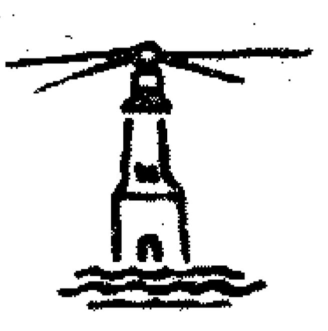
طبع بمطابع دار المعارف (ج . م . ع .)

حكايات علمية

فى أسلوب قصصى ممتع ومشوق، تقدم دار المعارف لشباب هذا الجيل علوم القرن الحادى والعشرين بمختلف فروعها، وبأقلام نخبة من الأساتذة المتخصصين، ليتمكن شباب اليوم من اقتحام أبواب القرن القادم مسلحين بالعلم الحديث، الذى هو لغة المستقبل الوحيدة.

صدر منها :

١ - المجهر .. ورؤية العالم الخفى.
٢ - عودة «أبو قردان» عودة إلى الطبيعة .
٣ - حراس البيئة .
٤ - فرسان المائدة المستديرة و الانترنت.
٥ - كنوز البحر .
٦ - الكومبيوتر العجيب .
٧ - النباتات المتوحشة .
٨ - حشرات مهنتها الزراعة .
٩ - بستان عيش الغراب .
١٠ - الاستنساخ .
١١ - الليزر .. قوة خارقة من شعاع ساحر.
١٢ - البيئة فى قريتى ومدينتى .
١٣ - عالم الصوت .
١٤ - كنوز الصحراء .
١٥ - البحر الأحمر .. بداية محيط جديد.
١٦ - جهاز المناعة .. جيوش الدفاع فى جسمك.



دار المعارف

٢٢١٦٩٣/٠١